

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

E 4

EPO - Munich
70

04. Aug. 2000



REC'D 21 AUG 2000

WIPO

PCT

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

EPO/1100

Aktenzeichen: 199 30 446.7

Anmeldetag: 02. Juli 1999

Anmelder/Inhaber: DaimlerChrysler AG,
Stuttgart/DEBezeichnung: Diagnoseverfahren und Diagnosesystem zur Über-
wachung der verfügbaren Ressourcen in einem Her-
stellungsprozess

IPC: G 06 F 17/60

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Anmeldung.

München, den 06. Juli 2000
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident
Im Auftrag

DaimlerChrysler AG
Stuttgart

FTP/P -Ng
02.07.99

Diagnoseverfahren und Diagnosesystem zur Überwachung der verfügbaren Ressourcen in einem Herstellungsprozeß

Die Erfindung betrifft ein Diagnoseverfahren zur Überwachung der verfügbaren Ressourcen in einem Herstellungsprozeß sowie ein Diagnosesystem, mit Hilfe dessen dieses Verfahren umgesetzt werden kann.

Die Herstellung komplexer Güter durch einen Systemanbieter erfolgt in einem hierarchischen Herstellungsprozeß, bei dem in den aufeinanderfolgenden Herstellungsstufen eine Vielzahl unterschiedlicher Ressourcen in Form von Rohmaterialien, Halbzeugen, Komponenten und Dienstleistungen benötigt werden. Diese Ressourcen bezieht der Systemanbieter von Liefergliedern, wobei diese Lieferglieder einerseits firmeninterne Lieferanten, andererseits aber auch externe Zulieferer sein können. Um Kapazitätsengpässe bei der Belieferung des Systemanbieters zu vermeiden, werden in den Liefergliedern Ressourcen in Form von Vorräten und Beständen vorgehalten, die einen beträchtlichen Anteil des Kapitals binden. Sind diese Lagerbestände zu groß, so entstehen durch das gebundene Kapital unnötige Kosten; sind die Lagerbestände andererseits zu klein, so können, insbesondere bei Nachfrageschwankungen, Lieferfristen nicht eingehalten werden, wodurch ebenfalls Verluste entstehen. Es besteht daher ein großer Bedarf, die verfügbaren Ressourcen im Herstellungsprozeß so zu optimieren, daß die damit verbundenen Kosten minimiert werden.

Herkömmliche Produktionsplanungs- und Steuerungssysteme bearbeiten die bei der Auslegung des Herstellungsprozesses auftretenden ~~Fragestellungen und Planungsaufgaben in kaskadierender Vorgehensweise~~. Dabei ergibt sich eine statische Betrachtung der Vorgänge. Ein erfolgreicher Einsatz eines integrierten Gesamtsystems zur Beschreibung und Planung des Herstellungsprozesses setzt voraus, daß alle für die Überwachung des Herstellungsprozesses notwendigen Daten jederzeit bereitgestellt werden können. Dies beinhaltet nicht nur eine kontinuierliche Überwachung der Vorräte und Bestände aller am Herstellungsprozeß beteiligter Lieferglieder, sondern insbesondere auch Daten bezüglich der Auslegung der Produktions- und Logistikprozesse, Auslastungen etc. jedes einzelnen Liefergliedes.

Um ein realistisches Abbild des Herstellungsprozesses in seiner Gesamtheit und seines Verhaltens beim Auftreten von Bedarfsschwankungen zu erhalten, müssen die Einzelschritte als Teile eines integrierten Systems behandelt werden, das den vollständigen Herstellungsprozeß umfaßt. Ein solches Planungs- und Diagnosesystem, mit Hilfe dessen für Anwendungen innerhalb einer einzigen Firma ein komplexer Herstellungsprozeß geplant und ständig auf dem aktuellen Stand gehalten werden kann, ist z.B. aus der WO 98/08177 bekannt.

Umfaßt der Herstellungsprozeß jedoch auch rechtlich unabhängige, frei am Markt agierende Lieferanten, so sind kontinuierlich abrufbare Daten über Auslastung, Produktions- und Logistikprozesse etc. des Lieferanten in der Regel nicht verfügbar, da diese Informationen zum Kern-Know-How des Lieferanten gehören, in das Fremde - insbesondere andere Lieferanten bzw. Mitbewerber - keinen Einblick erhalten. Somit sind bestehende Gesamtsysteme zur Beschreibung und Planung des Herstellungsprozesses nur für die Planung innerhalb einer einzigen Firma sinnvoll nutzbar und versagen, wenn sie unternehmensübergreifend auf unterschiedliche Partner verteilt und externe Lieferanten eingebunden sind.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Diagnoseverfahren vorzuschlagen, das eine kontinuierliche Überwachung der verfügbaren Ressourcen in einem Herstellungsprozeß ermöglicht, in den externe Lieferglieder eingebunden sind. Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Diagnosesystem bereitzustellen, mit Hilfe dessen dieses Diagnoseverfahren implementiert werden kann.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 7 gelöst.

Danach wird das gesamte am Herstellungsprozeß beteiligte Netzwerk von Liefergliedern in seiner Komplexität mit den dazugehörigen Vorlaufzeiten für jedes einzelne Lieferglied in einem Diagnosesystem abgebildet. Das Diagnosesystem enthält außerdem kontinuierlich aktualisierte Daten über die prognostizierten Brutto-Bedarfe und Bedarfsvorschau des Systemanbieters, Informationen über die aktuellen Vorräte und Bestände jedes einzelnen Liefergliedes sowie für jedes Lieferglied eine Kennzahl, die ein Maß für die Reaktionsfähigkeit des Liefergliedes auf Änderungen der Bedarfe des Systemanbieters ist. Das Diagnosesystem bildet dabei ein nach dem „Pull-Prinzip“ operierendes Herstellungssystem ab, bei dem die Bedarfe des Systemanbieters den Auslöser für die gesamte Herstellungskette - und somit auch für jedes einzelne Lieferglied - bilden.

Aus den prognostizierten Bedarfen des Systemanbieters und den Informationen über die aktuellen Vorräte und Bestände jedes Liefergliedes wird im Diagnosesystem unter Zuhilfenahme der

Kennzahl dieses Liefergliedes berechnet, ob die derzeitigen Lagerbestände des betreffenden Liefergliedes den prognostizierten Bedarfen des Systemanbieters genügen. Die Ergebnisse dieser Berechnung sind – zusammen mit der Struktur und allen Vorlaufzeiten des gesamten Netzwerks von Liefergliedern – jederzeit für alle Lieferglieder einsehbar. Somit erhält aus dem Diagnosesystem jedes Lieferglied Informationen darüber, welche Mengen der von ihm bereitgestellten Güter zu welchem Zeitpunkt seitens des Systemanbieters bzw. seitens anderer Lieferglieder benötigt werden. Andererseits erfährt das Lieferglied, an welchen Stellen im Netzwerk Kapazitätsengpässe aufgetreten sind und hat somit die Möglichkeit, seine eigenen Kapazitäten (Lagerbestände, Auslastung etc.) darauf einzustellen: So kann es z.B. im Vorfeld erkennen, daß ein anderes, ihm zulieferndes Lieferglied die geforderten Rohstoffmengen nicht zur Verfügung stellen kann, und kann sich evtl. rechtzeitig nach einem alternativen Zulieferer umsehen. Oder es kann feststellen, daß bei einem anderen, flußabwärts in seiner Lieferkette befindlichen Lieferglied Engpässe vorliegen, weswegen dieses Lieferglied aufgrund des „Pull-Prinzips“ geringere Absatzmengen von ihm anfordern wird, und kann rechtzeitig seine eigene Kapazität drosseln. Jedes Lieferglied kann somit Engpässe erkennen und im Vorfeld mithelfen, sie zu beseitigen. Das Lieferglied kann diese Informationen weiterhin nutzen, um seine Lagerbestände, die zum Großteil aus ungenügend aufeinander abgestimmten Kapazitäten resultieren, zu optimieren. Da Lagerbestand bei Liefergliedern gleichbedeutend ist mit einer Mehrfachlagerung von Produkten auf unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen, können somit erhebliche Einsparungen im gesamten Herstellungsprozeß erreicht werden.

Durch simultane Bereitstellung aller für den Systemanbieter und die Lieferglieder relevanten Informationen im Diagnosesystem sind Informationsflüsse sowohl in Vorwärts- als auch in Rückwärtsrichtung im Netzwerk der Lieferglieder möglich: Das Diagnosesystem hat somit die Funktion eines Frühwarnsystems im Kurz- und Mittelfristzeitraum, das allen Beteiligten im Netzwerk eine angemessene und zeitgerechte Reaktion auf lokale Störungen im Herstellungsprozeß ermöglicht. Weiterhin können alle Bedarfs- und Bestandsänderungen (z.B. in den Lagerbeständen eines Liefergliedes) direkt vom Systemanbieter und den Liefergliedern on-line in das Diagnosesystem eingespeist und somit simultan allen am Herstellungssystem Beteiligten mitgeteilt werden; dadurch können Auslaufkosten bei der Beendigung eines Modells minimiert werden; weiterhin kann der Anlauf eines neuen Modells auf dem Herstellungssystem – ohne großen Zusatzaufwand – parallel zu bereits laufenden Modellen erfolgen.

Eine besonders prägnante Darstellung der Lieferfähigkeit jedes Liefergliedes wird mit Hilfe einer Ampelfunktion erreicht (siehe Anspruch 3), bei der ein Lieferglied ein „grünes Licht“ erhält, wenn der Lagerbestand dieses Liefergliedes mindestens dem prognostizierten Bedarf ent-

spricht, während das Lieferglied ein „rotes Licht“ erhält, wenn sein Lagerbestand den prognostizierten Bedarf unterschreitet.

Um – auch bei einem Datenausfall eines Lieferanten – einen ununterbrochenen Informationsfluß über den momentanen Stand der Lieferkette sicherstellen zu können, wird zweckmäßigerweise im Vorfeld für jedes Lieferglied eine Vorlaufzeit ermittelt, die den zeitlichen Abstand zwischen dem Wareneingang bzw. -ausgang dieses Liefergliedes und dem Verbauort beim Systemanbieter charakterisiert (siehe Anspruch 5). Unabhängig von der Bereitstellung von Daten über aktuelle Lagerbestände durch die Lieferglieder können nämlich, basierend auf den Bedarfen des Systemanbieters, mit Hilfe der Vorlaufzeit zu jedem Zeitpunkt die Mengen an Vorräten, Halbzeugen etc. berechnet werden, die zu diesem Zeitpunkt in den Lagern der Lieferglieder vorhanden sein müßten.

Weiterhin ist es zweckmäßig, mit Hilfe einer Dolmetscherliste die von den Liefergliedern zuge lieferten Zwischenprodukte auf das vom Systemanbieter gefertigte Endprodukt zu referenzieren (siehe Anspruch 6). Diese Dolmetscherliste gewährleistet die „Übersetzung“ zwischen den Teilenomenkaturen der Lieferglieder und der Teilebezeichnung beim Systemanbieter und stellt sicher, daß jedes Lieferglied über die Mengen und Arten der von ihm zu liefernden Roh- und Zwischenprodukte informiert ist, aus denen beim Systemanbieter das Endprodukt hergestellt wird.

Der Zugang auf das Diagnosesystem erfolgt zweckmäßigerweise via Internet. Hierdurch kann sicher gestellt werden, daß Lieferglieder weltweit jederzeit Einblick in den aktuellen Status des Netzwerks nehmen können und selbst ihre aktuellen Daten in das Informationssystem einspielen können (siehe Anspruch 8).

Das Diagnosesystem gewährleistet somit eine größtmögliche Transparenz des gesamten Herstellungsprozesses und der Ressourcen aller daran beteiligten Lieferglieder – wobei es gleichzeitig externen Liefergliedern ermöglicht, firmeninterne Kenngrößen für sich zu behalten. Zwar muß das Lieferglied eine Kennzahl angeben, die ein Maß für seine Lieferfähigkeit ist (und somit zumindest indirekt interne Prozeß- und Auslastungsdaten beinhaltet), jedoch ist die Bestimmung dieser Kennzahl jedem einzelnen Lieferglied selbst vorbehalten (siehe Anspruch 2). Das Lieferglied kann somit durch die Wahl seiner Kennzahl seine Lieferfähigkeit und –lieferbereitschaft kundtun und behält dabei gleichzeitig eine größtmögliche Autonomie.

Zweckmäßigerweise wird als Kennzahl des Liefergliedes eine Reichweite gewählt, die ein Maß dafür ist, über welchen Zeitraum hinweg das Lieferglied Bedarfsschwankungen des Systemanbieters auszugleichen in der Lage ist (siehe Anspruch 4). Gibt das Lieferglied eine sehr kleine

Reichweite für seine Lieferfähigkeit an und stellt sich somit als sehr „agil“ dar, so deutet es darmit an, daß es seine Prozeßstufe sehr schnell an veränderte Bedarfe des Systemanbieters anpassen kann; hierbei besteht allerdings die Gefahr, daß das Lieferglied bei starken oder mittelfristigen Bedarfsschwankungen des Systemanbieters Lieferprobleme hat, was sich in einer „roten“ Ampel äußert. Gibt das Lieferglied dagegen eine sehr große Reichweite für seine Lieferfähigkeit an, so legt das nahe, daß das Lieferglied über große Lager verfügt, mit Hilfe derer es Bedarfsschwankungen ausgleichen kann; seine Ampel bleibt so auch bei großen Bedarfsänderungen des Systemanbieters „grün“, jedoch ist – insbesondere bei übertrieben hohen Reichweiten – anzunehmen, daß das Lieferglied sein Lager überdimensioniert hat und somit viel totes Kapital vorhält.

Die Beobachtung der Ampeln und somit ein Monitoring der Outputs des Diagnoseverfahrens über einen gewissen Zeitraum hinweg gibt demnach sowohl dem Systemanbieter als auch den Liefergliedern wertvolle Hinweise darauf, ob und in welchem Maße Prozeßstufen und Lagerkapazitäten der Lieferglieder optimiert werden können, um – bei möglichst geringeren Lagerkosten – eine befriedigende Lieferfähigkeit zu gewährleisten. Wichtig hierbei ist, daß der Systemanbieter bei dem erfindungsgemäßen Diagnoseverfahren schwerpunktmäßig die Rolle eines Beobachters einnimmt und insbesondere keine Verantwortung für das reibungslose Funktionieren der Lieferkette zu übernehmen braucht: Seitens des Systemanbieters wird nur die Struktur des Liefernetzwerks sowie kontinuierlich aktualisierte Werte für die prognostizierten Bedarfszahlen bereitgestellt; die Regelung der Lagerbestände der Lieferglieder obliegt dann den Liefergliedern selbst. Dies ist eine wesentliche Voraussetzung, um mit rechtlich eigenständig operierenden Firmen zusammenzuarbeiten. Das Diagnoseverfahren beschreibt somit ein selbstregulierendes System, bei dem die Lieferglieder – basierend auf den Informationen, die ihnen im Diagnosesystem vom Systemanbieter und den anderen Liefergliedern zur Verfügung gestellt werden – ihren eigenen „optimalen Betriebszustand“ wählen und somit zur Optimierung der gesamten Lieferkette beitragen. Insbesondere wird seitens des Systemanbieters keine Optimierung des gesamten Liefernetzwerks durchgeführt; eine solche übergreifende Optimierung würde einen tiefgreifenden Eingriff in die Autonomie der Lieferglieder bedeuten und wäre somit für den Großteil der Lieferglieder inakzeptabel.

Allerdings gestattet das Diagnosesystem dem Systemanbieter ein kontinuierliches Monitoring der Bestände- und insbesondere der Lieferengpässe – im Netzwerk der Lieferglieder. Somit können drohende Lieferengpässe bei Unterlieferanten kurz- und mittelfristig erkannt werden. Ein frühzeitiges Reagieren auf die Engpässe erhöht die Lieferfähigkeit der Lieferkette insgesamt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert; dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines an einem Herstellungsprozeß beteiligten Netzwerks von Liefergliedern,

Fig. 2 eine ausgewählte Lieferkette im Netzwerk der Lieferglieder,

Fig. 3 eine Darstellung des prognostizierten Bedarfs eines Systemanbieters und der daraus folgenden Sollbestände, die die Lieferglieder vorhalten müssen,

Figur 1 zeigt ein Abbild eines Herstellungsprozesses, in dem von einem Netzwerk 1 von Liefergliedern 2 Rohmaterialien, Halbzeuge oder Systemkomponenten bereitgestellt werden, aus denen von einem Systemanbieter 3 ein Endprodukt gefertigt wird. Jedes Lieferglied 2 in diesem Netzwerk 1 ist in Figur 1 in Form eines Kästchens dargestellt, die Pfeile zwischen den Kästchen zeigen die Lieferrichtung zwischen den Liefergliedern 2 an. Der Begriff „Lieferglied“ bezeichnet hierbei nicht nur Fertigungsstätten von Rohmaterialien, Halbzeugen oder Systemkomponenten, sondern auch Dienstleister wie z.B. Transporteure 4 (deren Kästchen in Figur 1 hellgrau unterlegt dargestellt sind). Die Lieferglieder 2 beliefern gemeinsam den Systemanbieter 3, der das letzte Glied des Netzwerks 1 darstellt: Die Mehrzahl der Lieferglieder 2 innerhalb des Netzwerks 1 sind in Form von Lieferketten 5 vernetzt voneinander abhängig, wobei jeweils ein Lieferglied 2 das sich in der Lieferfolge anschließende Lieferglied 2' mit Ware beliefert. Ein Beispiel für Lieferglieder 2, die gemeinsam eine solche Lieferkette 5 darstellen, ist in Figur 1 schraffiert dargestellt.

Figur 2 zeigt ein konkretes Beispiel einer aus mehreren Lieferglieder 2 zusammengesetzten Lieferkette 5: Hierbei handelt es sich um den Herstellungsprozeß von Lederkomponenten, die vom Systemanbieter 3 als Teil einer Türinnenverkleidung eines Personenkraftwagens verbaut werden. Die Lieferkette 5 umfaßt drei Fertigungsstätten 6,7,9, von denen sich zwei (Fertigungsstätte 6 (Lederzuschnitt) und 7 (Ledernähen)) in Südafrika und eine (Fertigungsstätte 9 (Teilmontage Türinnenverkleidung)) in Deutschland befinden. Weiterhin enthält die Lieferkette 5 ein Transportunternehmen 8, das die Lederhalbzeuge aus Südafrika nach Deutschland transportiert. Wie in Figur 2 gezeigt ist, verfügt jedes Lieferglied 2 über einen Eingangspuffer 10, einen Ausgangspuffer 11 und eine Prozeßstufe 12, die eine oder mehrere die Produktionsstufen, Transportstufen etc. umfassen kann. Die Puffer 10,11 stellen Lagerbestände dar und dienen dazu, den Materialfluß zwischen anderen in der Lieferkette 5 befindlichen Liefergliedern 2 zu mindest teilweise zu entkoppeln. So stellt z.B. der Eingangspuffer 10' der Fertigungsstätte 9 si-

cher, daß die Fertigungsstätte 9 genügend Lederhalbzeuge zur Teilmontage der Türinnenverkleidung zur Verfügung hat, bis die nächste Lieferung erfolgt; um auch bei Lieferschwierigkeiten der Fertigungsstätten 6 und 7 bzw. des Transporteurs 8 Türinnenverkleidungen montieren zu können, kann es für die Fertigungsstätte 9 sinnvoll sein, ihren Eingangspuffer 10' größer auszulegen. Die Größe des Eingangspuffers 10' der Fertigungsstätte 9 ist somit in hohem Maße davon abhängig, wie gut die Fertigungsstätte 9 über den aktuellen Zustand der ihr zuliefernden Fertigungsstätten 6,7 und des Transporteurs 8 informiert ist. Der Ausgangspuffer 11' der Fertigungsstätte 9 stellt andererseits sicher, daß die Fertigungsstätte 9 auch bei Schwierigkeiten in der eigenen Prozeßstufe 12' oder bei erhöhtem Bedarf des Systemanbieters 3 genügend teilmontierte Türinnenverkleidungen zur Verfügung hat, um den Systemanbieter 3 zu beliefern.

Zur Herstellung bestimmter Stückzahlen des von ihm hergestellten Endprodukts benötigt der Systemanbieter 3 bestimmte Mengen der Waren bzw. Dienstleistungen, die ihm rechtzeitig von den Liefergliedern 2 geliefert werden müssen. Die Bedarfe des Systemanbieters 3 in ihrer in die Zukunft projizierten zeitlichen Abfolge werden – gemäß dem „Pull-Prinzip“ – aufgeschlüsselt in Bedarfe bezüglich jedes einzelnen Liefergliedes 2 im Netzwerk 1. Zur Berechnung der Bedarfe jedes einzelnen Liefergliedes 2 muß – zumindest für einige Lieferglieder 2 einer Lieferkette 5 – ein gewisser Prozentsatz an Ausschuß aufgrund unzureichender Qualität berücksichtigt werden; die Brutto-Bedarfe der Lieferglieder 2 liegen daher im Regelfall höher als diejenigen Bedarfe, die sich aus einer naiven Rückrechnung der Bedarfe des Systemanbieters 3 ergeben würden, und sind umso höher, je weiter das betreffende Lieferglied 2 in der Lieferkette 5 von der Endstufe des Systemanbieters 3 entfernt ist.

Zur Berechnung der Brutto-Bedarfe bezüglich jedes Liefergliedes 2 müssen Vorlaufzeiten berücksichtigt werden, die z.B. durch die Prozeßstufen der Lieferglieder 2 verursacht werden. Figur 3 zeigt ein Diagramm der prognostizierten Bedarfe des Systemanbieters 3 bezüglich eines bestimmten Liefergliedes 2' in ihrer zeitlichen Folge. B_0 bezeichnet hierbei die Menge des (zu einem früheren Zeitpunkt) von Lieferglied 2' bereitgestellten Halbzeugs, die zum jetzigen Zeitpunkt t_0 vom Systemanbieter 3 verbaut wird. Wenn δ die Vorlaufzeit des Liefergliedes 2' in seiner Lieferkette 5 bezeichnet, so muß das Lieferglied 2' zum jetzigen Zeitpunkt t_0 eine Menge B_1 des Halbzeugs liefern können, damit zum späteren Zeitpunkt $t_1 = t_0 + \delta$ der Bedarf des Systemanbieters 3 an Halbzeug (bzw. den daraus von anderen Liefergliedern bereitgestellten Komponenten) gedeckt werden kann. Die Vorlaufzeit δ des Liefergliedes 2' entspricht dem durchschnittlichen zeitlichen Abstand zwischen dem Warenausgang beim Lieferglied 2' und dem Verbauort beim Systemanbieter 3.

Basierend auf dem Brutto-Bedarf B_1 wird nun für das Lieferglied 2' ein Soll-Bestand ermittelt, der zum jetzigen Zeitpunkt t_0 im Ausgangspuffer 11' dieses Liefergliedes 2' vorhanden sein muß, um die Lieferkette 5 – und somit schlußendlich auch den Systemanbieter 3 – ordnungsgemäß zu bedienen. Diese Berechnung erfolgt mit Hilfe der Reichweite T des Liefergliedes 2'. Die Reichweite T ist hierbei ein liefergliedabhängiger Parameter, den jedes einzelne Lieferglied 2' – basierend auf seinen internen Prozeß- und Lagerkapazitäten – selbst ermittelt bzw. abschätzt.

Der Sollbestand im Ausgangspuffer 11' des Liefergliedes 2' berechnet sich dann aus der Gesamtheit aller Bruttobedarfe, die im Zeitraum zwischen t_1 und $t_1 + T$ zu erwarten sind:

$$\text{Sollbestand} = \int_{T_1}^{T_1 + T} \text{Brutto-Bedarf}$$

Dieser Sollbestand ist in Figur 3 als grau unterlegte Fläche dargestellt.

Ist der momentane Bestand des Ausgangspuffers 11' des Liefergliedes 2' geringer als der Sollbestand, so besteht die Gefahr, daß das Lieferglied 2' zum Zeitpunkt t_0 nicht in der Lage ist, die zum Zeitpunkt $t_1 = t_0 + \delta$ seitens der Systemanbieters benötigten Bedarfe B_1 zu erfüllen. Eine solche Diskrepanz wird mit einer „Warnfunktion“ belegt, während ein den Sollbestand übertreffender Ist-Bestand als „in Ordnung“ bezeichnet wird. Die Reichweite T , durch die das Lieferglied 2' seine eigenen Puffer- und Prozeßkapazitäten charakterisiert, hat also die Bedeutung einer „Reaktionszeit“. Verfügt das Lieferglied 2' über eine Prozeßstufe 12', deren Kapazität sehr variabel ist und somit schnell auf Bedarfsschwankungen eingestellt werden kann, so kann sich das

Lieferglied 2' durch eine kleine Reichweite T charakterisieren: Ein großer Teil einer (zeitlich begrenzten) Bedarfserhöhung kann dann nämlich durch eine temporär erhöhte Auslastung der Prozeßstufe 12' (z.B. der Produktion) kompensiert werden, und der Ausgangspuffer 11' wird dabei nur zu einem kleinen Teil geleert. Verfügt das Lieferglied 2' hingegen über eine zeitlich träge Prozeßstufe 12', so können Bedarfsschwankungen nur mit großer zeitlicher Verzögerung ausgeglichen werden; ein solches Lieferglied 2' muß daher einen entsprechend großen Ausgangspuffer 11' anlegen, um auch bei Bedarfsschwankungen jederzeit rechtzeitig die benötigten Brutto-Bedarfe liefern zu können.

Die von jedem Lieferglied 2' selbst einzustellende Reichweite T ist somit ein Maß dafür, über welchen Zeitraum das Lieferglied 2' Bedarfsschwankungen auszugleichen in der Lage ist. Wählt das Lieferglied 2' eine lange Reichweite T , so werden zur Berechnung des Sollbestands des Ausgangspuffers 11' die Brutto-Bedarfe über einen langen Zeitraum T gemittelt. Somit werden Schwankungen der Bedarfe ausgemittelt.

Analog zur Bestimmung der Reichweite T für den Ausgangspuffer 11' kann ebenso eine Reichweite T' für den Eingangspuffer 10' des Liefergliedes 2' bestimmt werden, mit Hilfe dessen der Sollbestand des Eingangspuffers 10' berechnet wird.

Zum kontinuierlichen Monitoring der Lieferfähigkeit des gesamten Netzwerks 1 der Lieferglieder 2 ist ein Diagnosesystem 13 vorgesehen, das in Figur 2 schraffiert dargestellt ist. Dieses Diagnosesystem 13 enthält alle Informationen bezüglich der Vernetzung der Lieferglieder 2 sowie die Reichweiten T, T' aller Lieferglieder 2. Zusätzlich sind im Diagnosesystem 13 die Vorlaufzeiten δ jedes Liefergliedes 2 abgelegt. Außerdem enthält das Diagnosesystem 13 aktuelle Daten bezüglich der prognostizierten Bedarfe des Systemanbieters 3 und der Bestände der Puffer 10,11 aller Lieferglieder 2, wobei diese Daten kontinuierlich auf dem laufenden Stand gehalten werden. Im Diagnosesystem 13 wird aus den aktuellen Bedarfs- und Bestandsdaten unter Zu-hilfenahme der Reichweiten T, T' der Lieferglieder 2 kontinuierlich die Lieferfähigkeit jedes einzelnen Lieferglieds 2 ermittelt, indem berechnet wird, ob die Bestände der Puffer 10,11 dieses Lieferglieds 2 die prognostizierten Bedarfe übertreffen oder nicht.

Das Ergebnis dieser Überprüfung und die damit einhergehende „Warnfunktion“ wird jedem Lieferglied 2 im Netzwerk 1 mitgeteilt; dies ist in Figur 2 durch die gestrichelten Pfeile angedeutet, die das Diagnosesystem 13 mit jedem Lieferglied 2 verbinden. Jedes Lieferglied 2 erhält somit aus dem Diagnosesystem 13 Daten Informationen über (potentielle) Lieferunfähigkeiten der anderen Lieferglieder 2 im Netzwerk 1. Es liegt dann in der Verantwortung des Liefergliedes 2, Konsequenzen aus diesen Gesamtinformationen zu ziehen, indem es die eigenen Puffer 10,11 bzw. Prozeßstufen 12 anpaßt und/oder auf andere Lieferglieder 2, von denen es abhängig ist, entsprechend einwirkt. Seitens des Systemanbieters 3 finden keine planerischen Eingriffe in die Einzelplanungen der Lieferglieder 2 statt, so daß die Planungssouveränität jedes einzelnen Lieferglieds 2 gewahrt bleibt.

Da im Diagnosesystem 13 die Vorlaufzeiten δ aller Lieferglieder 2 abgebildet sind, hat jedes Lieferglied 2' Einblick in die Vorlaufzeiten δ aller anderen Lieferglieder 2. Aus dem Diagnosesystem sind somit die Vorlaufzeiten δ und ihre gegenseitigen Abhängigkeiten für alle Lieferglieder 2 transparent. Wenn – z.B. aufgrund eines Datenausfalls – eines der Lieferglieder 2' keine Daten bezüglich seiner Puffer 10,11 liefern kann, so können aufgrund der Vorlaufzeiten δ und der Bedarfe des Systemanbieters 3 dennoch für alle anderen Lieferglieder 2 die zu liefernden Um-fänge berechnet und diesen Liefergliedern 2 zur Verfügung gestellt werden. Auch bei einem (lo-kalen) Datenausfall funktioniert daher die „Warnfunktion“ für alle anderen Lieferglieder 2.

Das Diagnosesystem 13 wird zweckmäßigerweise als elektronisches Datenverarbeitungsprogramm auf einem Zentralrechner implementiert. Der Zentralrechner befindet sich z.B. am Ort des Systemanbieters 3, und der Zugang der Lieferglieder 2 auf das Diagnosesystem 13 erfolgt zweckmäßigerweise via Internet. Um sicherzustellen, daß nur aktuelle, am Liefernetzwerk 1 beteiligte Lieferglieder 2 Einblick in und Schreibrechte für das Diagnosesystem 13 haben, wird der Zugang auf die betreffende Internet-Seite mit einem Paßwort geschützt.

Die Diskrepanzen zwischen Bedarf und Bestand eines Liefergliedes 2 werden im Diagnosesystem 13 zweckmäßigerweise in Form einer Ampelfunktion visualisiert. Danach ist den Eingangs- und Ausgangspuffern 10,11 jedes Liefergliedes 2 eine Ampel zugeteilt, die die Farben Grün (für „Bedarf und Bestände passen“) oder Rot (für „Bedarf und Bestände sind widersprüchlich“) anzeigen kann. Aus der Diagnosesystem 13 kann jedes Lieferglied 2 daher ersehen, ob und in welchem Maße die in der Lieferkette 5 vor ihm liegenden Lieferglieder 2 in der Lage sind, zukünftige Bedarfe zu decken. Gleichzeitig gestattet das Diagnosesystem 13 dem Systemanbieter 3, entlang des gesamten Liefernetzwerks 1 zu überprüfen, ob die notwendigen Güter termingerecht von den Liefergliedern 2 bereitgestellt werden können. Weiterhin bietet die Ampelfunktion den Liefergliedern 2 Anhaltspunkte zur Auslegung ihrer Puffer 10,11: Befindet sich nämlich die Ampel eines Liefergliedes 2 ständig auf „grün“, so liegt der aktuelle Bestand dieses Liefergliedes kontinuierlich über dem Sollbestand; die Puffer 10,11 dieses Liefergliedes 2 sind daher eventuell zu groß gewählt. In diesem Fall kann dieses Lieferglied 2 durch eine Reduktion seiner Puffer 10,11 beträchtliche Kosteneinsparungen erzielen. Befinden sich jedoch in einem Ast 5 des Netzwerks 1 die Ampeln vieler Lieferglieder 2 auffällig oft auf „rot“, so deutet dies auf Probleme der Lieferglieder hin oder könnte ein Indiz für eine falsche Abschätzung der Vorlaufzeiten δ sein. In diesem Falle empfiehlt sich eine sorgfältige Analyse der gegenseitigen Abhängigkeiten der Lieferglieder 2 in diesem Ast 5.

Der Bezug zwischen den seitens eines Liefergliedes 2 zu liefernden Gütern (Rohmaterialien, Halbzeugen) und dem Endprodukt des Systemanbieters wird zweckmäßigerweise mit Hilfe einer Dolmetscherliste abgebildet. So werden z.B. zur Herstellung einer Türinnenverkleidung, die beim Systemanbieter 3 die Teilenummer „13687.99“ trägt, als Zulieferteile ein großer Lederzuschnitt und drei identische kleine Lederzuschnitte benötigt. Diese Lederzuschnitte sind beim Lieferglied 2 mit den Teilenummern „LZ 3458-7“ und „LZ 3469-2“ bezeichnet. Die Dolmetscherliste beinhaltet somit die Information, daß zur Herstellung jeder Türinnenverkleidung ein Teil mit Nummer „LZ 3458-7“ und drei Teile mit Nummer „LZ 3469-2“ des Lieferanten 2 benötigt werden, die gemeinsam dem Endprodukt mit der Nummer „13687.99“ des Systemanbieters 3 zugeteilt werden. Die Dolmetscherliste enthält somit die vollständigen Informationen über den Aufbau des Endprodukts des Systemanbieters 3 aus den von den Liefergliedern 2 zur Verfügung ge-

stellten Rohmaterialien, Halbzeugen und Zwischenprodukten. Die Dolmetscherliste bildet Teil des Diagnosesystems 13 und gestattet die exakte Aufschlüsselung der Waren und Dienstleistungen, die zur Herstellung des Endproduktes durch den Systemanbieter 3 notwendig sind.

Bisher wurde der Fall einer vernetzten Lieferkette 5 beschrieben, deren Lieferglieder 2 sich in strenger Abhängigkeit sequentiell beliefern. Im allgemeinen ist das Netzwerk 1 der Lieferglieder allerdings – wie in Figur 1 dargestellt – nichtlinear, so daß ein Lieferglied 2 von mehreren anderen Liefergliedern 2 beliefert wird. Weiterhin kann auch ein Lieferglied 2 (z.B. ein Spediteur) mehrfach in einer einzigen Lieferkette vertreten sein und /oder kann simultan in mehreren unterschiedlichen Lieferketten 5 vertreten sein (z.B. Lieferglied 4 in Figur 1). In diesem Fall muß das Lieferglied 2 die Auslegung aller Puffer 10,11 und die Auslastung aller seiner Prozeßstufen 12 (intern) so optimieren, daß es alle an sie gestellten Bedarfe des Systemanbieters 3 simultan zu befriedigen in der Lage ist. Schließlich können die von einem Lieferglied bereitgestellten Halbzeuge seitens des Systemanbieters 3 auch an mehreren verschiedenen Produktionsorten 3' verbaut werden, so daß – wie in Figur 1 gestrichelt dargestellt – die Halbzeuge nicht nur zum Systemanbieter 3 selbst, sondern auch an andere Orte 3' geliefert werden.

.oOo.

DaimlerChrysler AG
Stuttgart

FTP/P -Ng
02.07.99

Patentansprüche

1. Diagnoseverfahren zur Überwachung der verfügbaren Ressourcen in einem Herstellungsprozeß mit Liefergliedern, die insbesondere Fertigungsstätten und/oder Dienstleister umfassen,
 - bei dem von mehreren Liefergliedern (2,2',4) Komponenten an einen Systemanbieter (3) geliefert werden, der diese Komponenten zu einem System zusammenfügt,
 - bei dem beliebig viele der Lieferglieder (2,2',4) relativ zueinander in einer vernetzten Lieferkette (5) angesiedelt sind, so daß sie wiederum von anderen Liefergliedern (2,2',4) beliefert werden,
 - wobei jedes Lieferglied (2,2',4) über einen Eingangspuffer (10,10') , einen Ausgangspuffer (11,11') und eine Prozeßstufe (12,12') verfügt,
wobei das Diagnoseverfahren die Schritte umfaßt
 - daß zunächst für jedes Lieferglied (2,2',4) eine Kennzahl basierend auf der Auslegung seiner Puffer (10,10',11,11') und seiner Prozeßstufe (12,12') ermittelt wird,
 - daß von dem Systemanbieter (3) zeitlich fortlaufend jedem Lieferglied (2,2',4) Informationen über die prognostizierten Bedarfe des Systemanbieters (3) in ihrer zeitlichen Abfolge zur Verfügung gestellt werden,
 - daß zeitlich fortlaufend von jedem Lieferglied (2,2',4) Informationen über den momentanen Bestand seiner Puffer (10,10',11,11') geliefert werden,
 - daß unter Zuhilfenahme der Kennzahlen der Lieferglieder (2,2',4) zeitlich fortlaufend ermittelt wird, ob deren momentane Pufferbestände (10,10',11,11') den prognostizierten Bedarfen des Systemanbieters (3) genügen,
 - und daß die Ergebnisse dieser Bewertung zeitlich fortlaufend den Liefergliedern (2,2',4) zur Verfügung gestellt werden.

2. Diagnoseverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Kennzahl eines Liefergliedes (2,2',4) durch dieses Lieferglied (2,2',4) selbst ermittelt wird.
3. Diagnoseverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Ergebnisse dieser Bewertung den Liefergliedern (2,2',4) in Form einer Ampelfunktion zur Verfügung gestellt werden.
4. Diagnoseverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß zur Bestimmung der Lieferfähigkeit des Liefergliedes (2,2',4) als Kennzahl eine Reichweite (T) gewählt wird, die ein Maß dafür ist, über welchen Zeitraum das Lieferglied (2,2',4) Bedarfsschwankungen des Systemanbieters (3) auszugleichen in der Lage ist.
5. Diagnoseverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß für jedes Lieferglied (2,2') eine Vorlaufzeit δ bestimmt wird, die dem zeitlichen Abstand zwischen Eingangspuffer (10,10') oder Ausgangspuffer (11,11') des Liefergliedes (2,2') und Eingangspuffer (10'') des Systemanbieters (3) entspricht.

6. Diagnoseverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß für jedes Lieferglied (2,2') eine Dolmetscherliste erstellt wird, die die Referenz der von diesem Lieferglied (2,2') hergestellten Zwischenprodukte auf das Endprodukt des Systemanbieters (3) enthält.

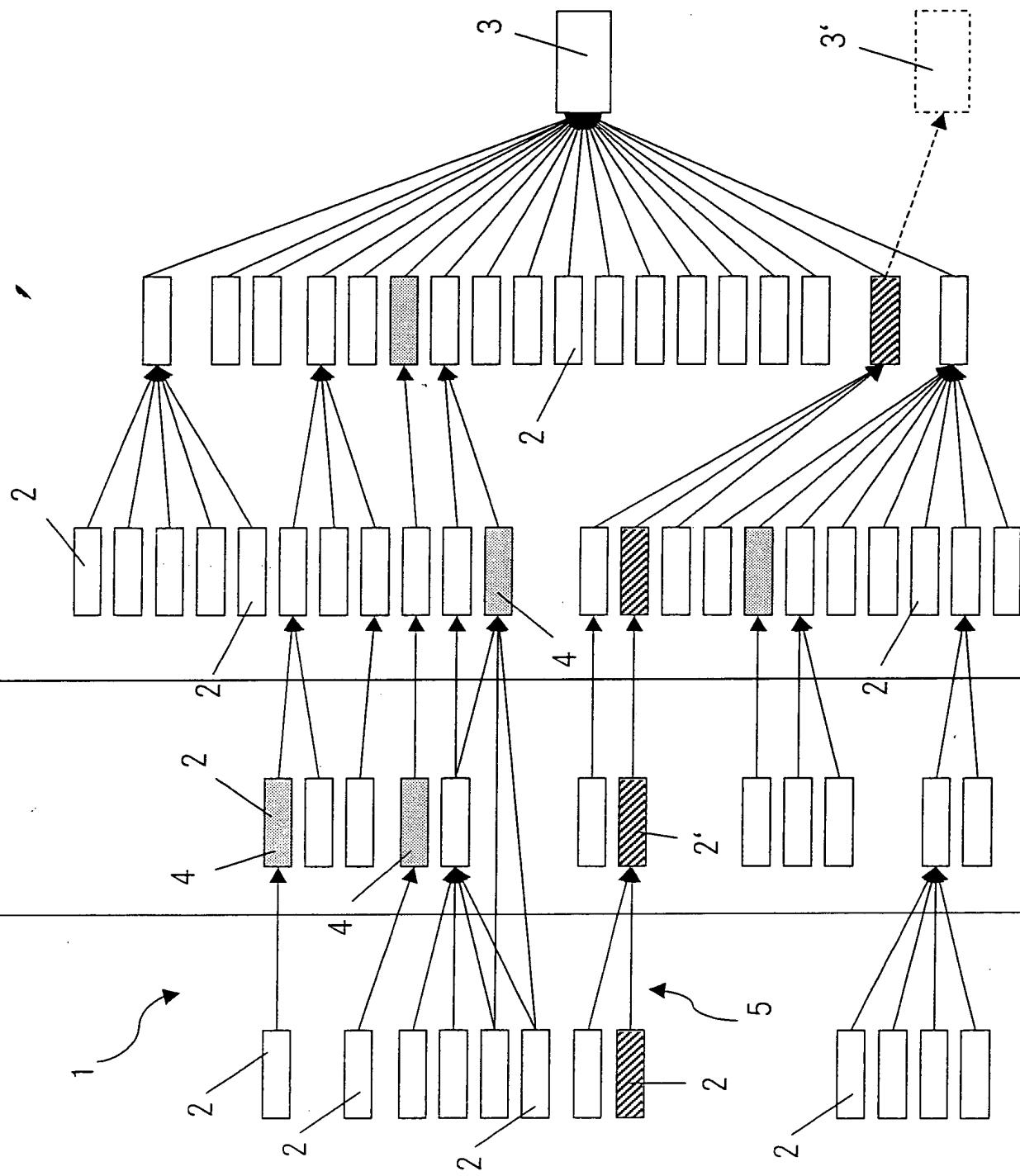
7. Diagnosesystem zur Überwachung der verfügbaren Ressourcen in einem Herstellungsprozeß,
 - wobei an dem Herstellungsprozeß ein Netzwerk (1) von Liefergliedern (2,2',4) beteiligt ist, die einen Systemanbieter (3) beliefern,
 - wobei jedes Lieferglied (2,2',4) über einen Eingangspuffer (10,10'), einen Ausgangspuffer (11,11') und eine Prozeßstufe (12,12') verfügt,
 - und wobei beliebig viele der Lieferglieder (2,2',4) relativ zueinander in einer vernetzten Lieferkette (5) angesiedelt sind,
 - wobei das Diagnosesystem (13)

- die gegenseitige Vernetzung der Lieferglieder (2,2',4) abbildet,
- und weiterhin Daten über prognostizierte Bedarfe des Systemanbieters (3) sowie Kennzahlen und Daten über momentane Pufferbestände (10,10',11,11') aller Lieferglieder (2,2',4) enthält,
- und wobei die im Diagnosesystem (13) enthaltenen Daten vom Systemanbieter (3) und allen Liefergliedern abrufbar (2,2',4) sind.

8. Diagnosesystem nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Diagnosesystem (13) für die Lieferglieder (2,2',4) via Internet zugänglich ist.

.oOo.

Figur 1



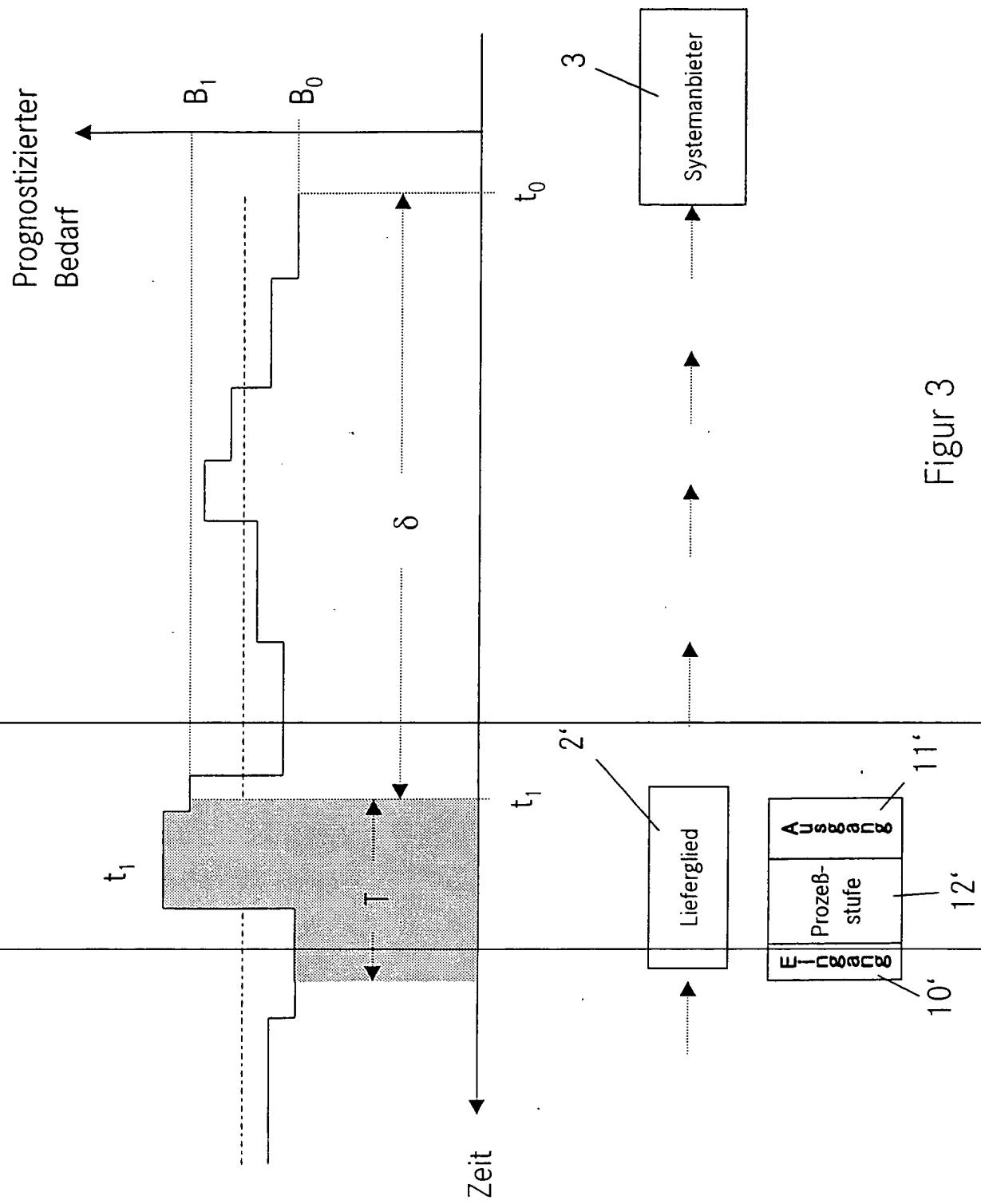


Figure 3

DaimlerChrysler AG
Stuttgart

FTP/P -Ng
02.07.99

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Diagnoseverfahren, das eine kontinuierliche Überwachung der verfügbaren Ressourcen in einem Herstellungsprozeß ermöglicht, in das mehrere Lieferglieder in Form eines Netzwerks eingebunden sind, die einen Systemanbieter bzw. andere Lieferglieder mit Rohmaterialien, Halbzeugen, Komponenten und Dienstleistungen beliefern. Jedes Lieferglied verfügt über einen Eingangspuffer, einen Ausgangspuffer und eine Prozeßstufe, basierend auf deren Auslegung das Lieferglied eine Kennzahl ermittelt, die den Betriebszustand dieses Liefergliedes charakterisiert. Aus den prognostizierten Bedarfen des Systemanbieters und den aktuellen Vorräten in den Puffern jedes Liefergliedes wird – unter Zuhilfenahme der Kennzahlen der Lieferglieder – für jedes Lieferglied berechnet, ob seine Vorräte den prognostizierten Bedarfen des Systemanbieters genügen d.h. ob es lieferfähig ist. Defizite in den Beständen eines Liefergliedes werden allen anderen Liefergliedern mitgeteilt, so daß eine hohe Transparenz des aktuellen Standes der Ressourcen im Liefernetzwerk erreicht wird, ohne daß die Lieferglieder Interna über ihre Prozesse offenlegen müssen. Das Verfahren eignet sich insbesondere zur Ressourcenüberwachung in Liefernetzwerken, in die firmenexterne Lieferglieder eingebunden sind. Dies ist ein entscheidender Unterschied zu den marktgängigen PPS-Systemen, die firmenexterne Lieferanten und Unterlieferanten nicht berücksichtigen.

.oOo.